

- Onkologii w latach 1932–2000. Część I. Reports of Practical Oncology and Radiotherapy, 2004; 9(5): 192–5
2. Tołwiński J, Gwiazdowska B, Bulski W: Dawkomierze radioterapeutyczne stosowane w Centrum Onkologii w latach 1932–2000. Część II. Reports of Practical Oncology and Radiotherapy, 2004; 9(6): 274–7
3. Dokumentacja firmy „Physikalisch – Technische Werkstaetten” (PTW) Freiburg dotycząca otrzymane z zakupionym dawkomierzem Simplex-Universal-Dosimeter. Zbiory Zakładu Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii w Warszawie, 1959
4. Protokoły kalibracji komór jonizacyjnych do dawkomierza „Simplex-Universal-Dosimeter” dołączone do zakupionych wraz dawkomierzem komór jonizacyjnych w 1959 roku. Zbiory Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie

## Dawkomierz „Kondiometr”

**Produkcja: Physikalisch-Technische Werkstaetten GMBH, Freiburg, Niemcy**

### WSTĘP

Powszechnie stosowanymi detektorami w dozymetrii promieniowania jonizującego X i  $\gamma$  w radioterapii były i są komory jonizacyjne. Przy ich niewątpliwych licznych zaletach, podstawową wadą w pierwszych latach rozwoju była mała czułość przy znaczących rozmiarach komory i połączenie jej kablem z przyrządem pomiarowym. Przy wykonywaniu pomiarów dawek otrzymywanych przez pacjentów niedogodności te nie miały istotnego znaczenia. Natomiast w przypadkach pomiarów rozkładu dawek wymaganych w planowaniu leczenia, występowały liczne trudności z stosowaniem tych komór. Rozwiązaniem problemu było opracowanie przez Sieverta w roku 1932 komór kondensatorowych [1].

Kuliste komory Sieverta o średnicy rzędu 1 cm stosowane pojedynczo lub w dowolnej liczbie w pełni odpowiadały stawianym wymaganiom, pod warunkiem skonstruowania profesjonalnego miernika do pomiaru dawek tymi komorami. Miernik taki poza częścią dotyczącą pomiarów ładunków elektrostatycznych komór po ich napromieniowaniu, musiał być wyposażony w dodatkowe urządzenia do ładowania komór określonym napięciem z możliwością pomiaru tego napięcia.

Dawkomierz tego typu został opracowany przez firmę Physikalisch Technische Werkstaetten

(PTW) we Freiburgu pod nazwą „Kondiometr” będącą skrótem określenia: Kondensator-Ionisationskammer-Meter. Od 1949 roku wprowadzono do dawkomierza szereg zmian zarówno w konstrukcji dawkomierza jak i w zwiększeniu czułość. Zmiany te rozszerzyły możliwości zastosowania dawkomierzy „Kondiometr” w dozymetrii źródeł radowych w radioterapii powierzchniowej i głębokiej, pomiarach fantomowych i ochronie radiologicznej.

W zbiorach muzealnych Zakładu Fizyki Medycznej znajduje się jeden egzemplarz dawkomierza „Kondiometr” o numerze fabrycznym 8105 wraz z cylindrycznymi i kulistymi komorami kondensatorowymi w liczbie – 25 sztuk. Dawkomierz został zakupiony w 1959 roku i posiada Świadectwo Kalibracji (Pruefprotokol) z dnia 30.11.1959 roku dla wszystkich posiadanych komór kondensatorowych.

### INTRODUCTION

Dosimeters commonly used in measurements of X ray radiation in radiotherapy were and are ionization chambers. They have unquestionable advantages, nevertheless they had some drawbacks, especially at the early stages of their development, namely a limited sensitivity combined with the large volumes of the chambers, and the necessity to link them with a cable with the electrometer. To overcome these drawbacks Sievert designed in 1932 a system of condenser chambers [1].

Spherical chambers designed by Sievert, of the order of 1 cm in diameter, used singularly or in a set of chambers, could be used on a condition of setting up of recording devices for the measurements. Such a measuring device, besides being able of measuring electrostatic charges of the chambers after the irradiation, should be equipped with device to charge the chambers with a defined voltage being properly measured.

Such a dosimeter was designed at the PTW in Freiburg, and named “Kondiometr”, the name being an abbreviation of: Kondensator-Ionisationkammer-Meter. Since 1949 many alterations and improvements have been introduced, both in the construction design and in sensitivity increase. These improvements broadened the scope of dosimeter applications in dosimetry of radium sources in surface and deep radiotherapy, in phantom measurements and in radiation protection.

In the collection of dosimeters of the Medical Physics Department of the Centre of Oncology in Warsaw there is one "Kondiometer" dosimeter (serial number 8105) together with cylindrical and spherical condenser chambers (25 chambers). The dosimeter was purchased in 1959 and it has a calibration certificate (Pruefprotocol) of 30.11.1959 for all condense chambers.

## BUDOWA

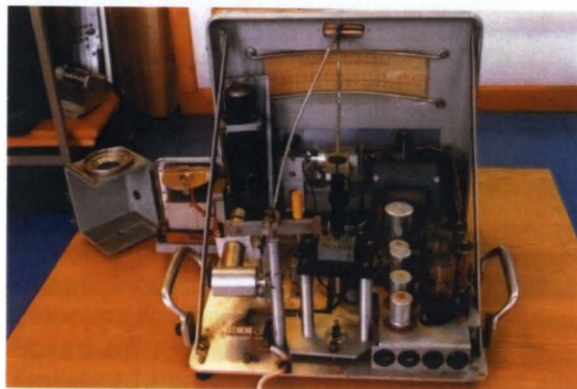
Wszystkie elementy dawkomierza (zasilacz, układy prostownicze, elektrometr i galwanometr oraz urządzenie do ładowania i pomiaru komór kondensatorowych), przymocowane są do grubej aluminiowej płyty o wymiarach 35×35 cm. Do płyty tej przykręcona jest również przednia część obudowy z pokrętlami, przełącznikami i skalami mierników do wyświetlania na nich wyników pomiarów. Metalowe uchwyty połączone bezpośrednio z płytą podstawy, służą do przesuwania i przenoszenia całego urządzenia. Całość przykryta jest metalową osłoną o wielkości podstawy i wysokości 35 cm. Widok zewnętrzny dawkomierza „Kondiometer” ilustruje Rycina 1. na której widoczna jest przednia część obudowy z wszystkimi elementami służącymi do obsługi przyrządu wraz z dwoma skalami: elektrometru i galwanometru oraz z mechanicznym zerowaniem wskaźników optycznych obu przyrządów. Przy bocznej ścianie obudowy przymocowane jest urządzenie służące do ładowania i pomiaru ładunku jaki pozostał na komorach kondensatorowych po ekspozycji promieniowaniem X. Urządzenie to wyposażone jest w gwintowane gniazdo do wkręcania komór oraz w dwie ruchome dźwignie zakończone główkami -czarną do ładowania komór i czerwoną do pomiaru ich wskazań. Umieszczenie komory w gnieździe, wymaga usunięcia z niej nakrętki zabezpieczającej. Naciśnięcie dowolnej dźwigni, powoduje wysunięcie się z otworu gniazda stalowej igły, która dotykając do elektrody wewnętrznej komory łączy ją ze źródłem napięciowym lub elektrometrem. Tak więc w zależności od rodzaju wciśniętej dźwigni następuje albo ładowanie komory do określonego napięcia, albo pomiar napięcia po ekspozycji komory. Obok dawkomierza znajduje się kaseta z 10 cylindrycznymi komorami kondensatorowymi.

Na Rycinie 2 przedstawiono widok dawkomierza „Kondiometer” od tylnej strony po zdjęciu metalowej obudowy. Widoczna jest część elementów przytwierdzonych do płyty stanowiącej podstawę przyrządu. Zasilacz i prostownik znajduje się w prawym dolnym rogu. Dwa czarne walce ustawione pionowo



**Rycina 1.** Wygląd zewnętrzny dawkomierza „Kondiometer”. Obok dawkomierza futerał z 10 cylindrycznymi komorami kondensatorowymi.

**Figure 1.** The external view of the "Kondiometer" dosimeter. To the right a container with 10 cylindrical condenser chambers.



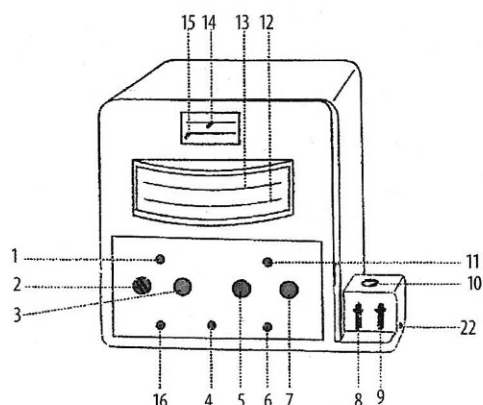
**Rycina 2.** Widok dawkomierza „Kondiometer” od strony tylnej po zdjęciu metalowej obudowy.

**Figure 2.** View of a "Kondiometer" without casing, from the rear.

to elektrometr i galwanometr. Poziome jasne walce zakończone soczewkami to optyczne wskaźniki ze źródłami światła wyświetlające na przezroczystej skali wskazania obu przyrządów. Mechaniczna korekcja ustawienia zera na skali przyrządów przeprowadzana jest widocznymi metalowymi prętami wystającymi ze szczelin w przedniej obudowie dawkomierza. Przesuwanie górnego pręta skręca os na której umocowany jest uchwyt z lustrem elektrometru. Przesuwanie dolnego pręta obraca obudowę zamocowaną na galwanometrze. Urządzenie do ładowania i pomiaru komór widoczne jest po odstąpieniu jego odbudowy.

Rycina 3 przedstawia rysunek przedniej części obudowy dawkomierza „Kondiometer” z opisem poszczególnych pokręteł i przełączników [2].

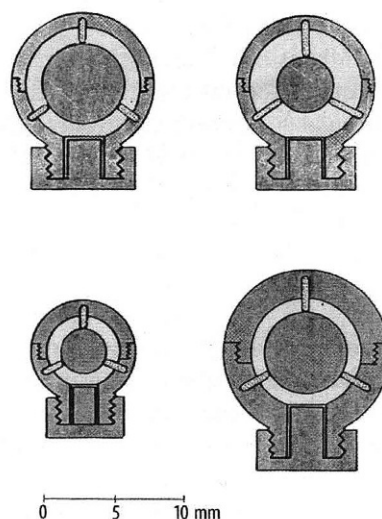
1. Wyłącznik sieciowy.
2. Wybierak napięcia ładowania komór (zgrubny).
3. Wybierak napięcia ładowania komór (drobny).
4. Gniazdo do bezpośredniego połączenia z galwanometrem.



**Rycina 3.** Rysunek przedniej części obudowy, z zaznaczeniem funkcji poszczególnych pokręteł i przełączników. 1 – Wyłącznik sieciowy. 2 – Wybierak napięcia ładowania komór (zgrubny). 3 – Wybierak napięcia ładowania komór (drobny). 4 – Gniazdo do bezpośredniego połączenia z galwanometrem. 5 – Wybierak napięcia pomiarowego komór (zgrubny). 6 – Gniazdo uziemiające. 7 – Wybierak napięcia pomiarowego komór (drobny). 8 – Przycisk dźwigni pomiarowej (czerwony). 9 – Przycisk dźwigni ładowania (czarny). 10 – Gniazdo z uchwytem dla komór kondensatorowych. 11 – Gniazdo do korzystania z przyrządu jako woltomierza. 12 – Skala galwanometru. 13 – Skala elektrometru kwadrantowego. 14 – Mechaniczna korekcja ustawienia zera elektrometru. 15 – Mechaniczna korekcja ustawienia zera galwanometru. 16 – Przełącznik pracy w przypadku stosowania komór argonowych.

**Figure 3.** The scheme of the front panel dosimeter: 1 – Power supply switch. 2 – Selector of the charging voltage (coarse). 3 – Selector of the charging voltage (accurate). 4 – A socket to direct connection with a galvanometer. 5 – Selector of the measurement voltage (coarse). 6 – Grounding socket. 7 – Selector of the measurement voltage (accurate). 8 – Push button of the measurement lever (red). 9 – Push button of the charging lever (black). 10 – Socket with a holder for condenser chambers. 11 – Socket for the use of the device as a voltmeter. 12 – Galvanometer scale. 13 – Scale of the quadrant electrometer. 14 – Mechanical correction of the electrometer zero. 15 – Mechanical correction of the galvanometer zero. 16 – A switch for the use of argon chambers.

5. Wybierak napięcia pomiarowego komór (zgrubny).
6. Gniazdo uziemiające.
7. Wybierak napięcia pomiarowego komór (drobny).
8. Przycisk dźwigni pomiarowej (czerwony).
9. Przycisk dźwigni ładowania (czarny).
10. Gniazdo z uchwytem dla komór kondensatorowych.
11. Gniazdo do korzystania z przyrządu jako woltomierza.
12. Skala galwanometru.
13. Skala elektrometru kwadrantowego.
14. Mechaniczna korekcja ustawienia zera elektrometru.



**Rycina 4.** Budowa komór kulistych o różnych średnicach i wielkościach elektrody wewnętrznej.

**Figure 4.** Various spherical chambers of different diameters and internal electrode sizes.

15. Mechaniczna korekcja ustawienia zera galwanometru.
16. Przełącznik pracy w przypadku stosowania komór argonowych.

#### KOMORY KONDESATOROWE

Dawkomierz „Kondiometer” przystosowany jest wyłącznie do korzystania z komór kondensatorowych kulistych, cylindrycznych i membranowych o średnicach odpowiednio 10 mm, 15 mm i 6 mm [3,4]. Budowę komór kulistych o różnych średnicach i wielkościach elektrody wewnętrznej ilustruje Rycina 4. Elektroda zewnętrzna komory wykonana jest z materiału tkanopodobnego składa się z dwóch połówek kuli skręconych ze sobą co ułatwia po ich rozłączeniu czyszczenie wnętrza komory. Kulista elektroda wewnętrzna wykonana z tego samego materiału co elektroda zewnętrzna i zawieszona jest wewnątrz niej na trzech lub dwóch sztyftach bursztynowych, tworząc układ kondensatora z warstwą powietrza między nimi. Komora jest zamknięta gwintowanym korkiem, który przy ładowaniu i pomiarze należy odkręcić. Podobnie zbudowana jest komora cylindryczna. Komory membranowe są kształtu cylindra zamkniętego z jednej strony membranę będącą elektrodą wewnętrzną izolowaną od obudowy. Na Rycinie 5 przedstawiono komory kondensatorowe kuliste i cylindryczne przeznaczone do współpracy z dawkomierzem „Kondiometer”. Wysokoczułe argonowe komory kondensatorowe, charakteryzują się większym zakresem pomiaro-





**Rycina 5.** Komory kondensatorowe kuliste i cylindryczne o średnicach 10 mm, 15 mm będące na wyposażeniu dawkomierza „Kondiometer”

**Figure 5.** Spherical and cylindrical condenser chambers of 10 mm, 15 mm diameter, a part of dosimeter equipment.

wym, w porównania z komorami powietrznymi. Wymagają jednak stosowania wysokiego napięcia rzędu 1500 V, co wymaga wyposażenia dawkomierza w niezależny zasilacz wysoko napięciowy.

Protokół kalibracji komór kondensatorowych do dawkomierza „Kondiometer” opracowany przez producenta w 1959 roku przedstawia Rycina 6 [2].

## DZIAŁANIE

Zasada działania dawkomierza „Kondiometer” polega na pomiarze różnicy napięć naładowanej komory kondensatorowej, przed i po napromienianiu jej w wiązce promieniowania X. Wartość dawki jest proporcjonalna do pomierzonej różnicy napięć.

Schemat połączeń elektrycznych dawkomierza „Kondiometer” podano na Rycinie 7. [2]. Pierwotne uzwojenie transformatora (T) połączone jest siecią prądu zmiennego 110 lub 220V poprzez wyłącznik ( $K_8$ ) i bezpieczniki (S). Trzy wtórne uzwojenia transformatora zasilają układ elektryczny dostarczający stałe i stabilizowane napięcie o wartościach 100, 200 i 300 V do ładowania komór. Stałość i stabilizację napięcia uzyskuje się w obwodzie prostownika  $G_1$ , kondensatorów ( $C_{1-3}$ ) oraz lamp stabilizacyjnych ( $R_1$ ), ( $R_2$ ) i ( $R_3$ ). Źródła światła ( $L_1$ ) i ( $L_2$ ) do wskaźników optycznych elektrometru i galwanometru zasilane są napięciem zmiennym 6V; Układ elektryczny dostarczający stałe i stabilizowane napięcie 130V dla jednej pary kwadrantów elektrometru składa się z prostownika ( $G_2$ ), kondensatorów ( $C_{6-7}$ ), lampy stabilizacyjnej ( $R_4$ ) oraz potencjometru ( $P_2$ ). Potencjometr ten połączony jest bezpośrednio z igłą elektrometru (E). Pozostała para kwadrantów połączona jest z elektrodą wewnętrzną komo-

**Prüfprotokoll**  
Über Kondensatorkammern zum Kondiometer

Die Kammern wurden mit Röntgenstrahlen von 180 kV/1,51 Cs-RHS geeicht. Die am Kondiometer abgelesene Skalenteilendifferenz (1 Skalenteil = 1 mm) muß bei den nachstehenden Kammern mit folgenden Faktoren multipliziert werden, um die in die Kammer eingestrahelte Dosis in Röntgen (r) zu erhalten.

Zylinderkammer 15 mm Ø		Faktoren für Stellung "x 1"	
No.	Einstellmarke: "19 rot"		$r \cdot 10^{-3}/mm$
656		1,50	
657		1,47	
658		1,48	
659		1,47	
660		1,48	
661		1,43	
674		1,45	
675		1,43	
676		1,52	
677		1,43	
Kugelkammer 10 mm Ø			
No.	Einstellmarke: "25 rot"		$r \cdot 10^{-3}/mm$
6667		13,2	
6668		13,4	
6675		13,2	
6679		13,0	
6683		13,5	
6686		11,9	
6687		13,2	
6701		12,3	
6704		14,1	
6727		12,4	
Membran-Zylinderkammer 6 mm Ø			
No.	Einstellmarke: "15 rot"		r/mm
683		0,94	
685		1,19	
695		1,10	
711		1,29	
717		1,10	

Die Membran-Zylinderkammern sind luftdicht verschlossen. Die für diese Kammern angegebenen Faktoren sind daher unabhängig von Luftdruck und Temperatur. Die für die übrigen Kammern angegebenen Faktoren gelten bei einem Luftdruck von 760 mm Hg und einer Temperatur von 20° C. Bei anderen Luftdrücken und Temperaturen sind entsprechende Korrekturen anzubringen.

Freiburg i.Br., den 30. November 1959

Physikalisch - Technische  
Werkstätten Dr. Fuchsclau KO.  
*[Signature]*

**Rycina 6.** Protokół kalibracyjny komór kondensatorowych do dawkomierza „Kondiometer” opracowany przez producenta.

**Figure 6.** Calibration protocol of condenser chambers of the „Kondiometer” dosimeter provided by the manufacturers.

ry kondensatorowej poprzez urządzenie do ładowania i pomiaru komór (H). Wybór rodzaju pracy urządzenia odbywa się ruchem dźwigni – czarnej do ładowania i czerwonej do pomiaru, czemu odpowiadają przełączniki ( $K_2$ ) i ( $K_3$ ).

Do wyboru właściwego napięcia ładowania komór kondensatorowych służy wybierak ( $K_6$ ). Na tym samym pokrętle umieszczony jest wybierak ( $K_7$ ) ustalający napięcie na galwanometrze (G). Przełącznik ( $K_4$ ) i ( $K_5$ ) zmienia układ pomiarowy dawkomierza z pozycji „Normal” na pozycję „Zusatz” w przypadku stosowania komór argonowych.

## UŻYTKOWANIE

Skrócona procedura użytkowania dawkomierza „Kondiometer” [2].

1. Sprawdzić zgodność napięcia sieci z napięciem nastawionym na dawkomierz. Wkręcić właściwe bezpieczniki na właściwe miejsca w otworach tylnej obudowy dawkomierza.
2. Przełącznikiem (Ein-Aus) włączyć dawkomierz do sieci.